(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0165166
(43) 공개일자 2022년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) *G06T 19/00* (2011.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/017 (2013.01)
G06T 19/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0107987
(22) 출원일자 2021년08월17일
심사청구일자 2022년11월14일
(30) 우선권주장
1020210073749 2021년06월07일 대한민국(KR)

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
임인성
서울특별시 양천구 목동서로 70 목동신시가지아파트2단지 224동 1504호
안재풍
경기도 부천시 수도로 18
두산위브트레지움아파트1단지 105동 1001호
(74) 대리인
이지연

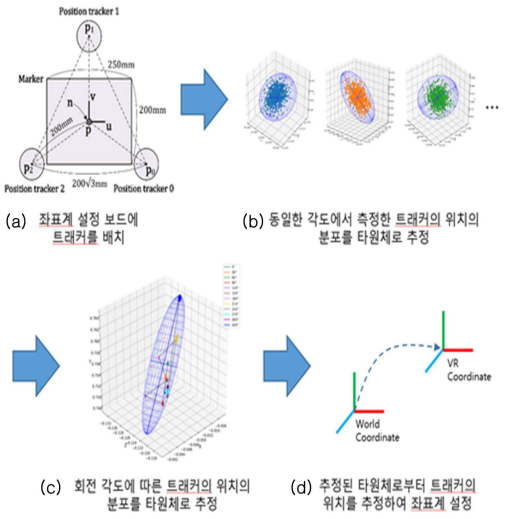
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법**

(57) 요 약

본 발명은 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 관한 것이다. 상기 위치 트래커 신호 처리 방법은, (a) 실제 현실 세상에 원하는 위치에 기준 좌표계가 놓이도록 좌표계 설정 보드를 위치시키는 단계; (b) 각 위치 트래커들을 일정 각도마다 회전시켜면서 각 회전 각도에서 일정 시간동안 각 트래커에 대하여 복수 개의 위치 정보를 측정하는 단계; (c) 상기 측정된 복수 개의 위치 정보를 입력 데이터로 하며, 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르는 경우, 비선형 최소 제곱법을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하며, 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르지 않는 경우, 타원형 추정 알고리즘을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 단계;를 구비한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109189
과제번호	2020R1A2C2011709
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	이종의 현실 사용자 간의 협업을 지원하는 몰입형 확장 현실 기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수 개의 위치 트래커를 탑재하도록 구성된 좌표계 설정 보드를 이용한 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서,

(a) 실제 현실 세상에 원하는 위치에 기준 좌표계가 놓이도록 좌표계 설정 보드를 위치시키는 단계;

(b) 좌표계 설정 보드의 각 트래커 위치에 트래커들을 위치시킨 후, 일정 각도마다 회전시켜면서 각 회전 각도에서 일정 시간동안 각 트래커에 대하여 복수 개의 위치 정보를 측정하는 단계;

(c) 상기 측정된 위치 트래커들의 각 회전 각도에 대한 복수 개의 위치 정보들을 입력 데이터로 하여, 사전 설정된 알고리즘을 적용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 추정하는 단계;

를 구비하여, 위치 트래커의 신호 처리를 하여 좌표계를 공유할 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르는 경우, 비선형 최소 제곱법 알고리즘을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것을 특징으로 하며,

상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르지 않는 경우, 타원형 추정 알고리즘을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르는 경우, 비선형 최소 제곱법 알고리즘을 이용하여, 측정값인 입력 데이터와 공유 좌표계의 오차가 최소가 되도록, 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르지 않는 경우, 타원체 추정 알고리즘을 이용하여, 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 위치 트래커의 위치 정보들 중, 동일한 각도에서 서로 다른 시간에 측정된 복수 개의 위치 정보들에 대하여 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 시간에 무관한 제1 위치 정보를 추정하는 단계;

(c2) 각 회전 각도에 대하여 추정된 상기 제1 위치 정보들에 대하여 다시 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 회전 각도에 무관한 제2 위치 정보를 추정하는 단계;

(c3) 시간과 회전 각도에 대하여 무관하도록 추정된 제2 위치 정보를 이용하여 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 타원체 추정 알고리즘은,

입력 데이터인 위치 트래커의 위치 측정값들의 분포는 타원체의 형상으로 이루어지며,

위치 측정값들의 각 회전 각도마다 나타낼 수 있는 타원체 중 최소 부피를 갖는 타원체(MVEE;minimum volume enclosing ellipsoid)를 구하고, 각 회전 각도에 대한 MVEE의 중심을 구하고, 모든 회전 각도의 MVEE들의 중심들에 대한 MVEE를 구하고, 상기 중심들에 대한 MVEE의 중심을 위치의 추정값으로 사용하는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 위치 트래커 신호 처리 방법은

VR 기기에 적용되는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 좌표계 설정 보드는

3개의 위치 트래커가 배치되도록 구성되며, 3개의 위치 트래커의 중심이 원점인 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가상현실(virtual reality, VR) 기술에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 실제 현실 공간에서 설정하는 좌표축과 VR 장비를 통하여 설정하는 가상현실 공간의 좌표축을 상호 일치시키는 과정을 VR 장비인 위치 트래커(position tracker)를 사용하여 수행하고자 할 때, 위치 트래커 신호의 측정 오차 및 노이즈에 강건한 트래커 위치 계산 방법을 제시하여 두 공간의 좌표계 일치의 정밀도를 높여주는 것을 특징으로 하는 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가상현실, 증강현실, 그리고 혼합현실 등의 기술에 기반을 두어 응용 소프트웨어를 제작할 때 각각의 자신만의 공간에서 기반이 되는 좌표계를 설정한다. 이렇게 독립적으로 정의한 좌표계를 실제 현실 공간의 특정 지점에서 설정한 좌표계를 통하여 공유할 수 있다면, 상기 현실 기술들을 다양한 방식으로 결합하여 높은 시너지 효과를 산출할 수 있다. 본 특허는 가상현실, 즉 VR 응용에서 정의한 좌표계를 실제 현실 공간의 좌표계와 일치시킬 때 그 정확도를 높이는 것에 관한 것이다.

[0003] VR 장비인 복수의 위치 트래커들을 사용하여 현실 공간에서 정의한 좌표축을 VR 공간에서 인식할 수 있으면, VR 공간의 기본 좌표축과의 기하변환을 통하여 VR 공간과 실제 현실 공간의 좌표계를 일치시킬 수 있다. 기존의 방법 중 하나는 한국등록특허 제 10-2152217호의 "VR 장비와 AR 장비간의 좌표계 일치용 지그 및 이를 이용한 물리 공간 공유 방법"이다. 본 특허는 상기 특허에서 제시한 방법 중 세 개의 트래커를 사용하는 방법에 기반을 두어 VR 공간과 실제 현실 공간의 좌표계를 일치시킬 때 그 정밀도를 높이는 방식을 제시한다.

[0004] 도 1은 종래의 기술에 따른 3개의 위치 트래커를 사용하는 좌표계 설정 보드를 도시한 것으로서, (a)는 좌표계 설정 보드를 도식화한 것이며 (b)는 좌표계 설정 보드의 사용예이다. 도 1의 보드를 현실 세계에 위치시켰을 때, p 지점(중앙 점)이 현실 공간 좌표계의 원점이 된다. 다음 이 보드의 u 벡터 방향(오른쪽 방향)과 v 벡터 방향(위쪽 방향)이 각각 현실 공간 좌표계의 x축과 y축 방향을 정의한다. 다음 u 벡터와 v 벡터 간에 외적을 통하여 산출한 방향, 즉 상기 보드에서 수직으로 올라가는 방향(n 벡터 방향)이 z축 방향을 정의하게 된다.

[0005] 여기서, 일반적인 범용 VR 트래커가 측정한 자신의 위치와 방향 정보는 적지 않는 오차를 갖는 문제가 있다. 본 특허는 부정확한 트래커 신호의 사용을 최소화시키기 위하여 위치와 방향 정보 중 위치 정보만을 사용하게

된다. 표 1은 본 특허에서 사용되는 변수들을 정리한 도표이다.

표 1

Input: $\bar{p}_0, \bar{p}_2, \bar{p}_2$ // tracker postion estimates
Output: $F = (p, (u, v, n))$ // an SRF estimate

$p \leftarrow \frac{1}{3}(\bar{p}_0 + \bar{p}_1 + \bar{p}_2);$
$w_i \leftarrow \bar{p}_{(i+1)\%3} - \bar{p}_i \ (i = 0, 1, 2);$
$n \leftarrow \mathbf{normalize}(w_0 \times w_1);$
$u \leftarrow \mathbf{normalize}(-w_0 - w_1 + w_2);$
$v \leftarrow n \times u;$

[0006]

[0007] 표 1을 참조하면, 세 개의 트래커가 측정한 3차원 공간에서의 자신의 위치값을 각각 $\bar{p}_0$, $\bar{p}_1$, 그리고 $\bar{p}_2$ 라고 하면, 상기 좌표계 설정 보드가 정의하는 좌표계의 원점 p 와 세 방향(단위 벡터) u, v 그리고 n은 다음과 같이 계산할 수 있다. 여기서, ×는 두 벡터의 외적(cross product) 연산자이며, a%b 는 자연수 a를 자연수 b로 나누었을 때의 나머지 값을 의미한다. 또한 normalize(v)는 3차원 공간의 벡터 v의 길이를 1로 만들어주는 연산자이다.

[0008] 상기 방식으로 실제 현실 공간에서 설정한 좌표계를 VR 트래커를 사용하여 VR 공간에서 계산하면, 일반적인 VR 트래커의 정밀도(precision) 및 정확도(accuracy)의 한계로 인하여 산출한 값, 즉 3차원 공간에서의 위치 p와 세 단위 벡터 u, v, 그리고 n에는 적지 않은 오차가 발생한다. 일반적으로 VR 트래커는 현실 세계에 위치시켰을 때, VR 공간의 좌표계를 기준으로 하는 위치와 방향 정보를 측정한다. 이러한 위치와 방향 정보에는 무시할 수 없는 정도의 측정 오차나 노이즈 등이 개입되어 있는데, 한 특정 지점에서 트래커의 위치/방향을 측정할 때 VR 트래커를 인식하는 센서를 기준으로 어떤 방향으로 위치시키는가에 따라 측정값이 달라지며, 또한 매번 같은 위치와 방향으로 트래커를 위치시킨 후 측정을 하더라도 측정 데이터의 값이 매번 무시할 수 없을 정도로 달라지는 문제가 있다.

[0009] 도 2는 트래커 방향에 따른 측정 위치 변화(단위:미터)를 도시한 3차원 그래프이다. 도 2는 VR 트래커를 특정 지점에 위치시킨 후 그 중앙점을 고정한 상태에서 30도씩 회전하면서 위치를 측정한 결과를 도시하고 있는데, 같은 지점이라도 트래커를 어떠한 방향으로 위치시키는가에 따라 측정 위치가 최대 20㎜까지 차이가 남을 알 수 있다. 따라서 상기 방법대로 세 개의 트래커의 위치 정보를 측정하여 좌표계 설정 보드가 정의한 좌표계를 추정할 때, 사용자가 부주의하게 트래커를 위치시킬 경우 매번 서로 다른, 그리고 적지 않은 오차가 개입된 좌표계 정보를 얻게 된다.

[0010] 본 특허는 이러한 범용 트래커의 신호 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 트래커 신호 측정 방법을 제시하고 이러한 방식으로 측정한 측정 데이터를 바탕으로 정밀하게 공유 좌표계(상기 p와 u, v, 그리고 n로 정의되는)를 추정하는 방식을 제시한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제 10-2152217호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 위치 트래커의 신호 처리를 통해 정밀한 공유 좌표계를 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 복수 개의 위치 트래커를 탑재하도록 구성된 좌표계 설정 보드를 이용한 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법의 특징은, (a) 실제 현실 세상에 원하는 위치에 기준 좌표계가 놓이도록 좌표계 설정 보드를 위치시키는 단계; (b) 좌표계 설정 보드의 각 트래커 위치에 트래커들을 위치시킨 후, 일정 각도마다 회전시켜면서 각 회전 각도에서 일정 시간동안 각 트래커에 대하여 복수 개의 위치 정보를 측정하는 단계; (c) 전 단계에서 산출한 복수 개의 위치 트래커들에 대한 복수 개의 위치 정보를 입력 데이터로 하여, 사전 설정된 알고리즘을 적용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 추정하는 단계; 를 구비하여, 위치 트래커의 신호 처리하고 실제 및 가상 세상 간의 공유 좌표계를 추정한다.

[0014] 전술한 특징에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르는 경우, 비선형 최소 제곱법을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것을 특징으로 하며,

[0015] 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르지 않는 경우, 타원형 추정 알고리즘을 이용하여 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것이 바람직하다.

[0016] 전술한 특징에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르는 경우, 비선형 최소 제곱법을 이용하여, 측정값인 입력 데이터와 공유 좌표계의 오차가 최소가 되도록, 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것이 바람직하다.

[0017] 전술한 특징에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는, 상기 입력 데이터들이 정규 분포를 따르지 않는 경우, 타원체 추정 알고리즘을 이용하여, 가상 세상 기준으로 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 것이 바람직하며, (c1) 위치 트래커의 위치 데이터들 중, 동일한 각도에서 서로 다른 시간에 측정된 복수 개의 위치 데이터들에 대하여 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 시간에 무관한 제1 위치 정보를 추정하는 단계; (c2) 각 회전 각도에 대하여 추정된 상기 제1 위치 정보들에 대하여 다시 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 회전 각도에 무관한 제2 위치 정보를 추정하는 단계; (c3) 시간과 회전 각도에 대하여 무관하도록 추정된 제2 위치 정보를 이용하여 공유 좌표계의 원점 위치와 세 축의 방향을 계산하여 추정하는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.

[0018] 전술한 특징에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 상기 타원체 추정 알고리즘은, 입력 데이터인 위치 트래커의 위치 측정값들의 분포는 타원체의 형상으로 이루어지며, 위치 측정값들의 각 회전 각도마다 나타낼 수 있는 타원체 중 최소 부피를 갖는 타원체(MVEE;minimum volume enclosing ellipsoid)를 구하고, 상기 구한 MVEE의 중심을 구하고, 상기 구한 중심들에 대한 MVEE를 구하고, 이의 중심을 위치의 추정값으로 사용하는 것이 바람직하다.

[0019] 전술한 특징에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법은 VR 기기에 적용될 수 있다.

발명의 효과

[0020] 전술한 구성을 갖는 본 발명에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법은 상기 좌표계 설정 보드 또는 유사한 도구 상에서 세 개의 범용 VR 트래커가 측정한 위치 정보만을 사용하여 상기 보드의 중앙에서 정의한 좌표계의 원점과 세 좌표축 방향을 추정하는 방법의 정밀도를 높일 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 위치 트래커 신호 처리 방법은, 실제 현실 공간에서 설정하는 좌표축과 VR 장비를 통하여 설정하는 가상현실 공간의 좌표축을 상호 일치시키는 과정을 VR 장비인 위치 트래커 (position tracker)를 사용하여 수행하고자 할 때, 위치 트래커 신호의 측정 오차 및 노이즈에 강건한 트래커 위치 계산 방법을 제시하여 두 공간의 좌표계 일치의 정밀도를 높여줄 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 VR 기기의 좌표계 설정을 위한 보드에 대한 예시이다.

도 2는 VR 트래커의 위치를 고정한 상태로 일정 각도로 회전하여 측정한 위치 정보 결과를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법을 전체적으로 도시한 모식도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 위치 트래커로 측정한 위치 정보를 타원체의 형태로 추정한 결과를 나타낸 그래프들이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, 위치 트래커로 측정된 위치 정보로 얻은 좌표계와 이를 각각 비선형 최소 제곱법과 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 추정한 공유 좌표계를 실제 환경에 적용한 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 상기 좌표계 설정 보드 또는 유사한 도구 상에서 세 개의 범용 VR 트래커가 측정한 위치 정보만을 사용하여 상기 보드의 중앙에서 정의한 좌표계의 원점과 세 좌표축 방향을 추정하는 방법의 정밀도를 높임을 목표로 한다. 본 발명에서 제시하는 방법의 주요한 특징은 다음과 같다. 첫째, 좌표계 설정 보드를 자신이 정의하는 좌표계가 원하는 실제 현실 세계에서의 좌표계 지점에 놓은 후, 세 개의 트래커를 해당 위치에 위치시킨다. 둘째, 각각의 트래커에 대하여, 트래커를 일정 각도(예를 들어, 30도)씩 회전시켜가면서, 각 회전 각도에 대하여 주어진 시간 동안 계속해서 들어오는 트래커 측정값을 저장한다. 따라서 각 회전 각도마다, 다수의 위치 추정값을 가지게 된다. 셋째, 앞에서 산출한 세 개의 트래커 측정 정보를 입력 데이터로 하여 본 특허에서 제시하는 방법으로 좌표계 설정 보드가 정의하는 공유 좌표계의 위치와 방향 정보를 추정한다. 특히 본 특허는 비선형 최소 제곱 방법에 기반을 둔 최적화 방법과 타원체 기반의 방법을 제시한다.

[0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0025] 본 발명을 위해선 앞서 언급한 좌표계 설정 보드 장비를 제작하는 것이 필요하다. 해당 장비에는 세 개의 VR 트래커의 위치를 고정한 상태로 회전할 수 있는 지점이 포함된다. 가상 공간과 현실 공간의 좌표계를 물리적으로 일치시켜 주기 위해 현실 공간의 좌표계와 VR 기기의 좌표계 간의 좌표계 변환이 필요하며, 현실 공간의 좌표계는 VR 트래커의 위치 정보를 이용하여 구성한다. 이를 고려하여 완성된 물리적 장비의 도면 예시는 도 1의 (a) 및 (b)와 같다. 도 1의 (a)는 VR 트래커의 위치를 정삼각형으로 배치하여 삼각형의 중앙 점을 현실 공간 좌표계의 원점으로 두고, 현실 공간 좌표계의 축을 이에 맞게 정의하여 만들어진 좌표계 설정 보드의 예이고, 도 1의 (b)는 도 1의 (a)의 도면에 맞게 만들어진 좌표계 설정 보드에 VR 트래커를 배치하여 사용한 예이다.

[0026] 도 3은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법을 전체적으로 도시한 모식도이다.

[0027] 도 3은 본 발명의 전반적인 과정을 도시한 것으로 방법을 나타낸 그림이다. 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 방법은, VR 트래커를 좌표계 설정 보드에 배치하고 측정한 위치 정보를 이용하여 실제 및 가상 세상 간의 공유 좌표계를 추정하는 방법으로서, 먼저 (a) 좌표계 설정 보드에 복수 개의 위치 트래커를 배치한 후, (b) 위치 트래커들의 위치를 고정한 상태에서 일정 각도로 회전시키면서 각 회전 각도에서 일정한 시간 동안 순차적으로 적정 양의 복수 개의 위치 정보들을 측정한다. 따라서, 각 위치 트래커들에 대하여, 회전 각도마다 복수 개의 위치 정보들을 측정하여 입력 데이터로 제공한다. 다음, (c) 동일한 각도에서 측정한 위치 트래커의 복수 개의 위치 정보값들의 분포를 타원체로 추정하고 시간에 무관한 최적화된 위치 정보들을 추정한다. 다음, (d) 회전 각도에 따른 트래커의 위치 정보값들의 분포를 타원체로 추정한 후, (e) 추정된 타원체로부터 회전 각도에 무관한 위치 정보들을 추정하여 공유 좌표계를 설정한다. 이하, 전술한 과정을 좀 더 구체적으로 설명한다.

[0028] VR 환경을 구축하고 트래커의 위치를 정확히 추적하면 좌표계 설정 보드의 설계에 따라 처음 설정한 좌표계를 기준으로 좌표계 설정 보드의 위치와 회전 정보를 알 수 있다. 하지만 일반적인 범용 VR 트래커가 측정한 자신의 위치와 방향 정보에는 적지 않은 오차가 개입되어 있으며, VR 트래커의 위치와 방향이 고정된 상태에서 발생하는 오차와 방향만 변경하는 상태에서 발생하는 오차가 존재한다. 이러한 오차를 분석하고 줄이기 위하여 위치를 고정한 상태로 일정 각도마다 회전시키면서 회전한 각도마다 적절한 양의 위치 정보를 측정하고, 측정한 데이터를 기반으로 순차적으로 추정하는 방식을 사용한다. 같은 각도에서 측정한 위치 데이터는 시간에 따라 측정한 값이므로, 회전한 각도마다 추정 알고리즘을 통해 시간에 무관한 가장 최적화된 위치 정보를 추정한다. 회전

한 각도마다 추정된 위치 정보를 다시 추정 알고리즘을 사용하여 회전 각도에 무관한 가장 최적화된 위치 정보를 추정한다. 이러한 방식을 통해 시간과 회전 각도에 대한 오차를 줄일 수 있으며, 오차를 줄인 VR 트래커의 위치 추정값을 이용하여 좌표계 설정 보드의 설계에 따라 좌표계를 추정할 수 있다. 도 2에서는 30도를 기준으로 각 각도마다 측정한 1000개의 위치 정보를 나타낸 예이다.

[0029] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, VR 트래커의 위치 측정값이 정규 분포를 따르는 경우 위치 정보를 추정하기 위한 알고리즘 중 비선형 최소 제곱법을 이용하여 위의 방식대로 공유 좌표계를 추정할 수 있다.

[0030] 비선형 최소 제곱법은 측정값이 정규 분포를 따른다고 가정하여 측정값과의 오차가 최소가 되도록 값을 추정하는 알고리즘이다. 측정된 값이 정규 분포를 따르고 샘플링된 각도마다 같은 양의 측정 데이터가 있을 때, 다음과 같은 형태로 비선형 최소 제곱법 알고리즘을 사용할 수 있다. 트래커의 위치로부터 추정할 현실 공간의 좌표계와 VR 기기의 좌표계 간의 회전과 평행 이동을 $\omega \in \mathbb{R}^3, v \in \mathbb{R}^3$ 로 정의한 리 대수 (3)의 좌표 $\xi = (\omega^T v^T)^T$ 로 한다면, 6차원 인자인 ξ는 강체 변환 행렬인 $T(\xi) \in$ (3)의 형태로 표현할 수 있다. 이는 리 지수 사상(Lie exponential map)에 의해 $T(\xi) = \exp(\hat{\xi})$ 로 표현될 수 있으며, 반대칭 행렬 연산자를 $[\cdot]_\times$로 한다면 $\hat{\xi} = \begin{bmatrix} [\omega]_\times & v \\ 0^T & 0 \end{bmatrix}$ 의 형태를 갖는다. ξ_{opt}를 구하기 위해 한 VR 트래커에서 측정한 위치 정보의 총 개수를 n_{total}, i번째 트래커의 j번째 위치 측정값을 p_{ij}, 좌표계 설정 보드의 정사각형 템플릿의 세 개의 꼭지점을 q_0, q_1, q_2이라고 하고 $\tau(r, T)$를 강체 변환 T에 의해 변환된 3차원 점 r이라고 한다면 아래의 수학식 1의 형태로 비선형 최소 제곱법 알고리즘을 사용할 수 있다.

수학식 1

[0031] $$\xi_{opt} = \underset{\xi}{argmin} \sum_{i=0}^{3} \sum_{j=0}^{n_{total}-1} \| \tau(q_i, T(\xi)) - p_{ij} \|_2^2$$

[0032] 이는 Gauss-Newton 방법을 이용하여 ξ_{opt}를 구할 수 있고, $T(\xi_{opt})$의 형태로 강체 변환 행렬을 구할 수 있다.

[0033] 한편, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 실제 및 가상 세상 간의 좌표계 공유를 위한 위치 트래커 신호 처리 방법에 있어서, VR 트래커의 위치 측정값이 정규 분포를 따르지 않는 경우에는 측정된 위치 데이터의 분포에 대하여 타원체 추정 알고리즘을 이용하여 공유 좌표계를 추정할 수 있다. 이하, 보다 구체적으로 설명한다.

[0034] VR 트래커의 위치 측정값이 정규 분포를 따르지 않을 수도 있는 경우에는 균일하게 오차가 발생한다고 볼 수 없으므로, 한 번에 모든 데이터에 대해 비선형 최소 제곱법 알고리즘을 사용하기 어려울 수 있다. 이를 해결하기 위하여 측정된 위치 데이터의 분포를 다른 형태로 가정하고, 위치를 추정할 때 순차적으로 같은 각도에서 추정하고 그 뒤 회전한 각도에 대해서 추정하는 방식으로 해야 한다. 위치 데이터의 분포는 자유도가 3인 위치 정보의 오차가 임의의 축에 무관하게 발생한다면 구체의 형태로 데이터가 측정될 것이라고 볼 수 있지만, 임의의 축에 대해 가중치가 달라질 수 있으므로 타원체의 형태로 측정될 것이라고 가정할 수 있다. 위치 데이터가 타원체의 형태로 측정된다면 VR 트래커의 위치를 추정하는 문제는 측정한 위치 데이터의 분포를 잘 나타낼 수 있는 타원체를 구하고 구한 타원체의 중점을 구하는 문제로 생각해 볼 수 있다. Khachiyan 알고리즘은 MVEE(minimum volume enclosing ellipsoid)를 구하는 알고리즘으로, 측정한 위치 정보 값을 나타낼 수 있는 타원체 중 최소 부피를 갖는 타원체를 찾을 수 있다. 측정한 위치 정보 값으로 한 각도마다 MVEE를 구한 뒤, 구한 MVEE의 중심을 구하고 이를 모아 다시 MVEE를 구하여 이의 중심을 위치의 추정값으로 사용하는 방법으로 타원체 추정 알고리즘을 사용할 수 있다. 도 4 (a)는 동일한 각도에서 측정한 위치 정보와 이를 기반으로 구한 MVEE를 나타낸 그래프로서, 지정된 각도에서 측정한 위치 정보를 기반으로 추정한 타원체이다. 측정값이 타원체에 가까운 형태로 분포되었으며, 타원체의 중심을 기준으로 분포하고 있다. 도 4 (b)는 여러 각도에서 구한 MVEE와 이들의 중점으

로 구한 MVEE를 나타낸 그래프로서, 샘플링된 각도에서 측정한 위치 정보를 기반으로 추정한 타원체이다. 세 VR 트래커의 위치를 추정한 후에는 앞에서 언급한 벡터 연산을 이용하여 좌표계 변환 행렬을 구할 수 있다.

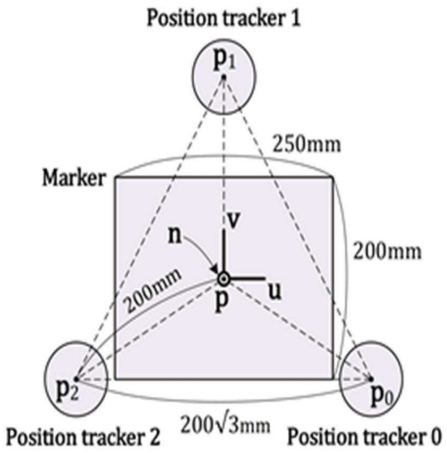
[0035] 도 5는 VR 트래커로 측정된 위치 정보로 얻은 좌표계와 이를 각각 비선형 최소 제곱법과 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 추정한 좌표계를 실제 환경에 적용한 결과를 나타낸다. 도 5의 (a)는 측정된 위치 정보로 얻은 좌표계를 적용한 결과이며, (b)는 비선형 최소 제곱법을 통해 추정한 좌표계를 적용한 결과이며, (c)는 타원체 추정 알고리즘을 적용하여 추정한 좌표계를 적용한 결과이다.

[0036] 본 발명에 따른 VR 공간에서의 실제 및 가상 공간 간의 좌표계 공유 방법은 실제 공간과 가상 공간을 일치시켜 몰입감이 높은 사용자 경험을 제공할 수 있으며 향후 다양한 VR, AR, MR 기기를 사용하는 분야에서 실제 및 가상 공간이 혼합된 환경을 제공하는데 널리 사용될 수 있다.

[0037] 이상에서 본 발명에 대한 구체적인 내용과 그 실시 예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상적인 지식이 있는 자라면 여러 가지 변환과 응용을 이뤄낼 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1

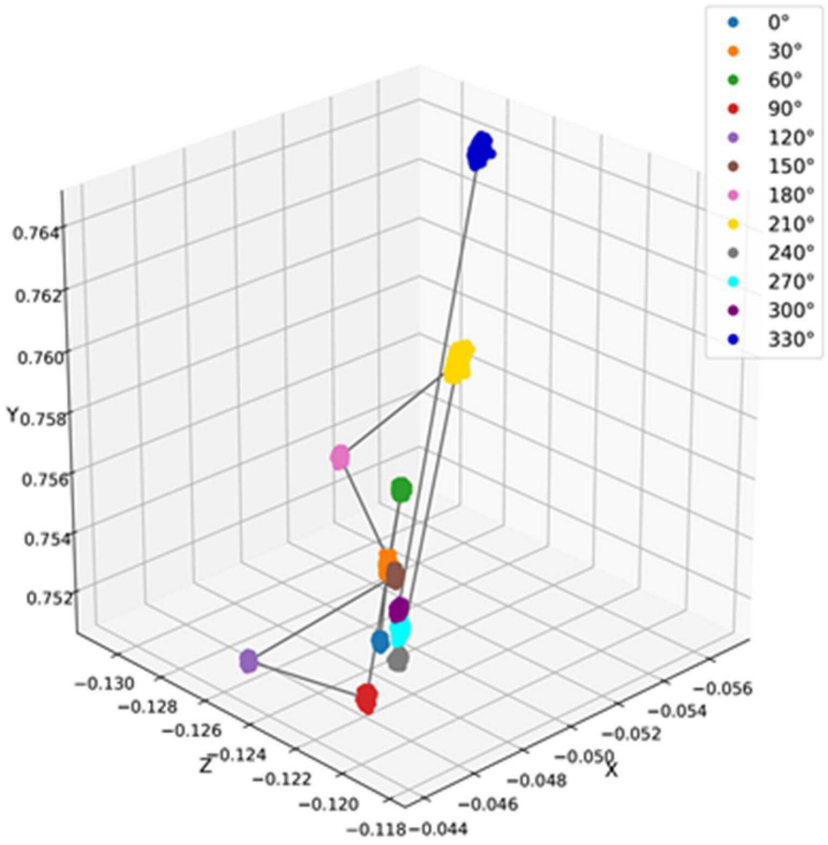

Position tracker 1
p1
250mm
Marker
n
v
200mm
200mm
p
u
p2
p0
200√3mm
Position tracker 2
Position tracker 0

(a)

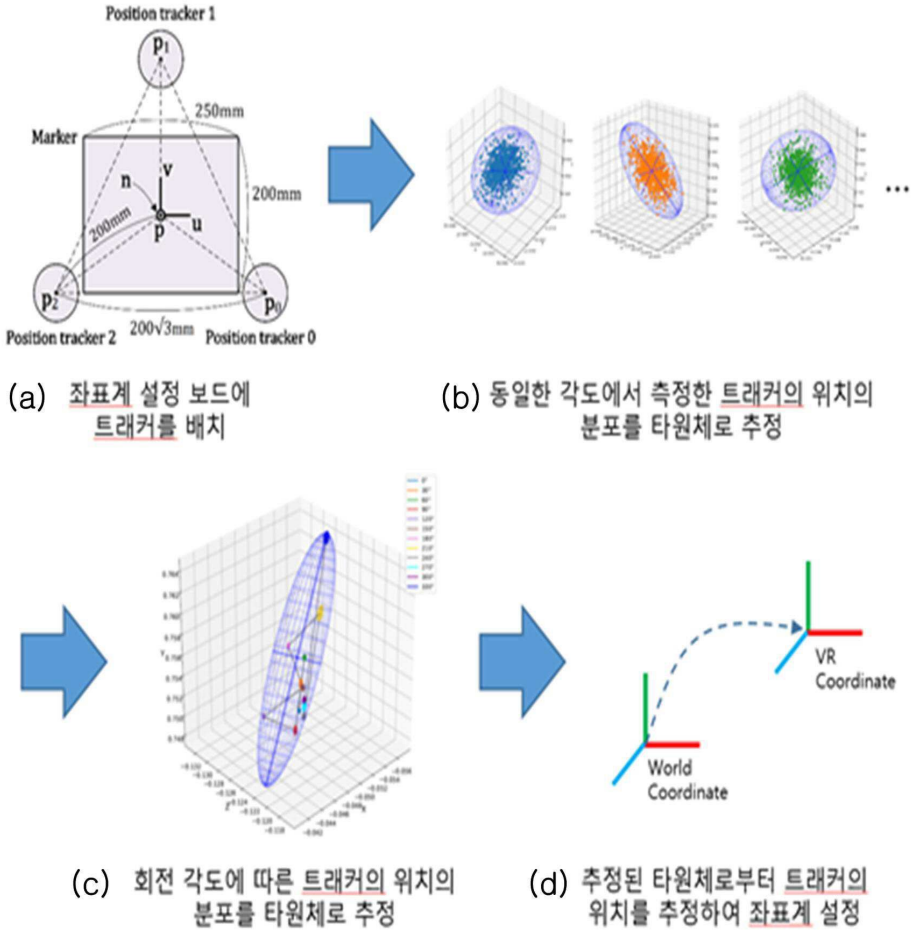
EXTENDED
REALITY

(b)

도면2


0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
210°
240°
270°
300°
330°
Y
0.764
0.762
0.760
0.758
0.756
0.754
0.752
Z
−0.130
−0.128
−0.126
−0.124
−0.122
−0.120
−0.118
X
−0.056
−0.054
−0.052
−0.050
−0.048
−0.046
−0.044

도면3



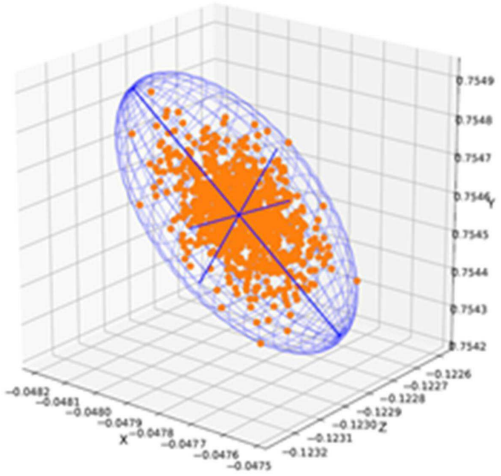
(a) 좌표계 설정 보드에 트래커를 배치

(b) 동일한 각도에서 측정한 트래커의 위치의 분포를 타원체로 추정

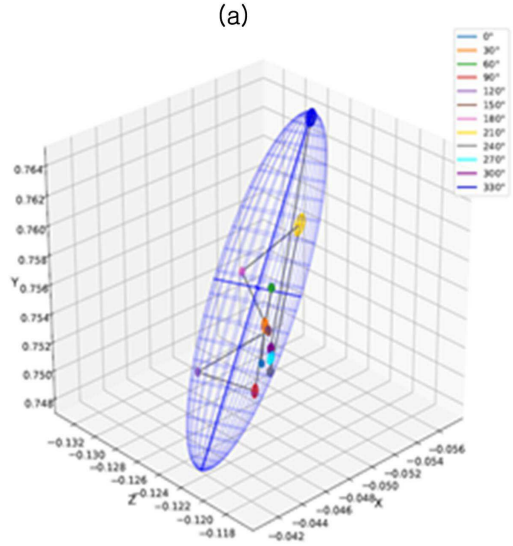
(c) 회전 각도에 따른 트래커의 위치의 분포를 타원체로 추정

(d) 추정된 타원체로부터 트래커의 위치를 추정하여 좌표계 설정

도면4


0.7549
0.7548
0.7547
0.7546
0.7545
0.7544
0.7543
0.7542
Y
−0.1226
−0.1227
−0.1228
−0.1229
−0.1230
−0.1231
−0.1232
Z
−0.0482
−0.0481
−0.0480
−0.0479
−0.0478
−0.0477
−0.0476
−0.0475
X

(a)

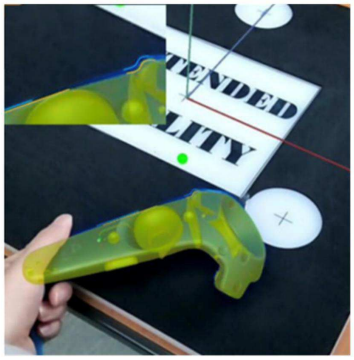
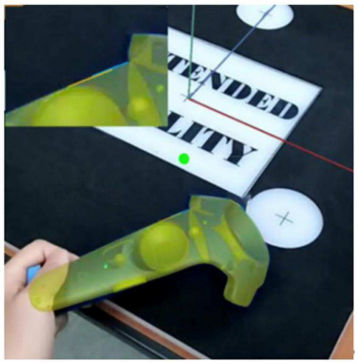

0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
210°
240°
270°
300°
330°
0.764
0.762
0.760
0.758
0.756
0.754
0.752
0.750
0.748
Y
−0.132
−0.130
−0.128
−0.126
−0.124
−0.122
−0.120
−0.118
Z
−0.056
−0.054
−0.052
−0.050
−0.048
−0.046
−0.044
−0.042
X

(b)

도면5

(a)

(b)



(c)